

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 66 (1948)
Heft: 28

Artikel: Zur Entwicklung des Elektrostahlofens in der Schweiz
Autor: Oehler, Alfred
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-56757>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 16.01.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Zur Entwicklung des Elektrostahlofens in der Schweiz

Von Ing. ALFRED OEHLER, Aarau

DK 621.365.2(494)

Vorbemerkung der Redaktion. Am 14. Juni waren es 40 Jahre, seit die erste in einem elektrischen Ofen fabrikmässig erschmolzene Charge Stahl in der Schweiz vergossen worden war. Dieses Ereignis dürfte im Hinblick auf die ausserordentlich grosse Bedeutung, die dem elektrischen Schmelzofen in unserem Lande zukommt, einen Rückblick auf dessen Entwicklungsgeschichte rechtfertigen. Sein Werdegang ist eng verknüpft mit der Firma Oehler & Co. in Aarau, die nicht nur den Wagemut aufbrachte, dieses noch unbekannte Verfahren einzuführen¹⁾, sondern es auch verstand, in zähem Ringen der grossen Schwierigkeiten Herr zu werden und lange Jahre der allgemeinen Einführung voraus den Elektroofen zu einem wirtschaftlichen Schmelzapparat zu vervollkommen. Diese ganze Entwicklung leitete von ihren ersten Anfängen an bis heute der Verfasser, und so stellt naturgemäss sein Rückblick ein wesentliches Stück seiner eigenen Lebensgeschichte dar. Es mag in unserer schnelllebigen Zeit mit ihrer Ueberbetonung des streng Wissenschaftlichen ungewöhnlich erscheinen, einer solchen persönlich gefärbten Darstellung Raum zu gewähren. Aber gerade die Ausstrahlung einer starken, verantwortungsbewussten Persönlichkeit in ihrer eigenartigen Unmittelbarkeit belebt unser sonst so sehr normalisiertes Leben und macht bewusst, worauf es im Grunde ankommt.

Vor der Jahrhundertwende fusste das Wissen und Können der Giessereifachleute im In- und Ausland noch zum grössten Teil auf Ueberlieferung handwerklicher Erfahrungen. Man begnügte sich mit dem alles beherrschenden Giessereimeister, der unbeschwert durch theoretische Kenntnisse in seinem Amt schaltete und waltete. Wehe dem Maschineningenieur, der sich im Interesse seiner Konstruktionen in die Belange der wohlgeheuteten Geheimnisse der Giesserei einmischen wollte! — Diese Zustände konnten genügen, solange es sich um die Herstellung von Gusstücken aus Messing, Bronze und Grauguss handelte, d. h. von Teilen aus Metallen, deren Umschmelzen und Legieren im Tiegel-Flamm- oder Kupol-Ofen wegen der verhältnismässig niederen Schmelztemperaturen keine Schwierigkeiten bot und dementsprechend auch die Beschaffung und das Zusammenmischen geeigneter Formsande ohne weiteres möglich war. — Anders gestaltete sich die

¹⁾ SBZ Bd. 53, S. 165* (27. März 1909).

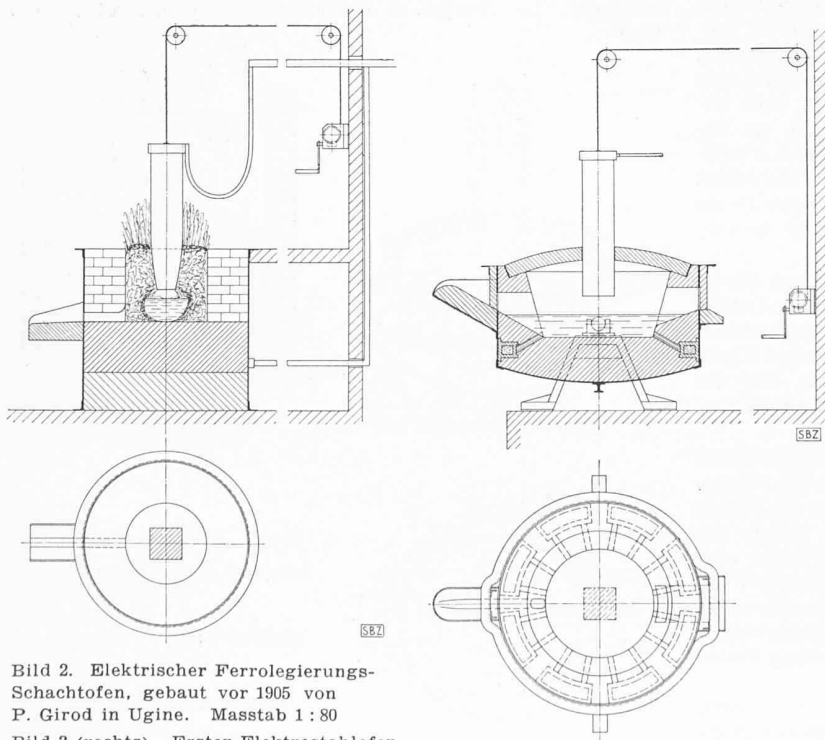


Bild 2. Elektrischer Ferrolegierungs-Schachtofen, gebaut vor 1905 von P. Girod in Ugine. Masstab 1 : 80

Bild 3 (rechts). Erster Elektrostahlofen, System Girod nach Patent Nr. 35847 vom 28. Dez. 1905. Masstab 1 : 80

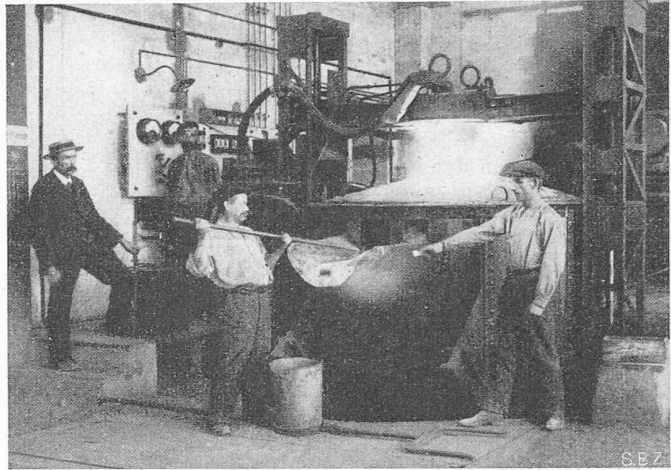


Bild 1. Elektrostahlofen der Firma Oehler & Co., Aarau, System Girod, aus dem Jahre 1907/08 (Schnitt siehe Bild 5), gebaut in der Firma Oehler

Lage mit dem Aufkommen der Stahlgussverfahren, die sowohl für den Schmelzprozess, wie im besonderen für die Formtechnik ganz andere Anforderungen stellten.

Im Jahre 1896 erwarb mein Vater Alfred Oehler, der zwei Jahre vorher seine 1881 in Wildeggen gegründete mechanische Werkstatt mit Graugießerei nach Aarau verlegt hatte, von einem rheinländischen Giessereiingenieur namens Haberland die Lizenz zur Herstellung von Tiegel-Stahlguss nach dem von ihm entwickelten Verfahren. Die im Herbst 1897 in Betrieb genommene Giesserei war hinsichtlich Gebäude, Schmelzöfen und Einrichtungen bis in alle Einzelheiten nach den Plänen und Angaben des Lizenzgebers erstellt worden. Ebenso wurden unsere Meister und Arbeiter von dessen Spezialisten in die Geheimnisse seines Verfahrens eingeführt.

Der fabrizierte Tiegel-Stahlguss, der den damaligen Ansprüchen voll entsprach, wurde während beinahe acht Jahren ohne jede Abweichung nach den Rezepten Haberlands hergestellt. Die drei ersten Jahre nach der Inbetriebnahme der Stahlgießerei, während denen es meinem Vater noch vergönnt war, deren langsamen Aufstieg mitzuerleben, hatten ihm längst genügt, um zu erkennen, dass unser Unternehmen für die Weiterentwicklung der Giessereien und der Maschinenwerkstätten einen fachtechnisch geschulten Betriebsingenieur nötig hatte. Leider konnte er diese Einsicht nicht mehr in die Tat umsetzen; er wurde am 6. November 1900 in seinem 49. Lebensjahr infolge eines Hirnschlages in die ewige Heimat abberufen.

Das Festkleben und Stehenbleiben bei einer einmal erreichten Errungenschaft kann nur zeitlich begrenzte Vorteile bieten. In der Technik bedeutet Stillstand Rückgang. Durch die vielen Sorgen meines Vaters beeindruckt, der als Maschinen-Ingenieur die Grundlagen der Metallurgie zu wenig beherrschte, hatte ich es mir schon damals als 15-jähriger in den Kopf gesetzt, mein zukünftiges Wirkungsfeld auf dem Gebiete des Giessereiwesens zu suchen. Demzufolge siedelte ich nach Absolvierung der Maschinenabteilung am Kantonalen Technikum in Burgdorf an die Technische Hochschule in Aachen über, wo mich vor allem Prof. Dr. Wüst in die Geheimnisse der Hüttenkunde und Metallurgie eingeführt hat.

Schon damals (1904/06) war das Tiegel-Schmelzverfahren für die Herstellung von Stahlguss durch den Siemens-Martin-Ofen für Grossbetriebe und den Kleinkonverter für Kleinguss überholt worden. Prof. Wüst, der

es vorzüglich verstand, seine Studenten nicht nur für die technischen, sondern ebenso sehr für die wirtschaftlichen Belange zu interessieren, bezeichnete die damals bekannten Schmelzverfahren für die Herstellung von Stahlguss (Tiegel, Siemens-Martin und Klein-Bessemer) für alle diejenigen Länder, in denen nicht mindestens einer der Hauptrohstoffe, Kohle oder Eisen, an Ort und Stelle anfiel, für nur bedingt lebensfähig. Schon im Jahre 1905 sagte er jedoch in einer seiner Vorlesungen den Alpenländern und darunter namentlich auch der Schweiz eine beachtenswerte Zukunft voraus, und zwar auf dem Gebiet der Stahlerzeugung im Elektroofen, aufgebaut auf der Alt-eisenverwertung.

Die Krisenjahre 1901 bis 1903, während denen das Ausland mit seinen billigen Produktionsmöglichkeiten unserer schweizerischen Industrie schwer zusetzte, bestätigte mir zur Genüge die Richtigkeit der von Prof. Wüst vertretenen Theorien. Mit unserem Tiegel-Schmelzverfahren nach

Haberland war unsere Firma bezüglich dem Rohstoff Eisen auf die Einfuhr aus Schweden und was den Brennstoff Koks betraf, auf die aus Deutschland angewiesen. Der Siemens-Martin-Ofen, in dem neben Roheisen 70 bis 80% Schrott eingeschmolzen wurde, kam für unsere kleinen Verhältnisse nicht in Frage. Das Klein-Bessemer-Verfahren verlangte für beide Komponenten die Zufuhr aus dem Ausland. Anlässlich einer Diskussion über Neuentwicklungen riet mir Prof. Wüst von jeder Neuinvestierung für Anlagen nach den damals bekannten Schmelzverfahren dringend ab. «Verbessern Sie das Tiegel-Verfahren und holen Sie die nächsten Jahre so viel wie möglich aus den vorhandenen Anlagen heraus!»

Im Frühjahr 1906 reiste ich nach den USA, um in verschiedenen Stahl- und Graugießereien meine praktischen und theoretischen Kenntnisse zu verwerten und Erfahrungen zu sammeln. Am 7. Mai 1907 schrieb mir mein Onkel Oskar Oehler, der das Werk meines Vaters als Kaufmann weiterführte, auszugsweise folgendes: «Am 1. Mai erhielt ich von Prof. Wüst in Aachen die Mitteilung, dass er mit einer Firma Paul Girod in Ugine, Savoyen, in Verbindung stehe, die einen elektrischen Ofen zum Schmelzen von Eisen und Stahl erfunden und im Betrieb habe. Als Rohmaterial wird dort nur alter Schmiedeeisen-Schrott benötigt. Prof. Wüst ist der Auffassung, dass dieses neue Schmelzverfahren für unsere Firma von grosser Zukunft sein könnte, nachdem uns in Aarau verhältnismässig billige elektrische Energie zur Verfügung stehe. Das Verfahren würde uns für die Schweiz zu vorteilhaften Bedingungen überlassen, unter der Voraussetzung, dass wir unsere Anlage weiteren ausländischen Interessenten im Betrieb vorführen würden. Prof. Wüst habe ich umgehend telegraphisch mein Interesse an der Angelegenheit bekundet. Sollte es zu einem Vertragsabschluss kommen, so wäre Deine baldige Anwesenheit von Nutzen und ich wollte Dir deshalb schon heute Bericht erstatten».

Am 22. Mai 1907 wurde zwischen der Firma Paul Girod, S. A. Electrometallurgique in Ugine, und der Firma Oehler & Co. in Aarau ein entsprechender Lizenzvertrag abgeschlossen, der uns zur Herstellung von Stahlguss das alleinige Recht der Verwertung des betreffenden Girod-Patentes für die Schweiz zusicherte. (Patent No. 35847, eingereicht am 28. Dezember 1905, 08.00).

Telegraphisch wurde ich aus den USA zurückberufen, wodurch meine Lehr- und Wanderjahre abgeschlossen waren. Auf den 1. Juli 1907 trat ich als aktiver Teilhaber in die Firma ein und ein Jahr später, d. h. am 14. Juni 1908, wurde die erste im elektrischen Ofen erschmolzene Charge Stahl vergossen. Gleich anschliessend konnte der regelmässige Betrieb aufgenommen werden. Nach den mir zur Verfügung stehenden Unterlagen dürfte unsere Firma den ersten elektrischen Schmelzofen besessen haben, in dem fabrikationsmässig Stahlguss hergestellt wurde.

Dank der weisen Voraussicht meines Aachener Lehrers, Prof. Dr. Wüst, bei dem grosses technisches Wissen mit wirtschaftlichem Verständnis gepaart waren, wandte sich meine

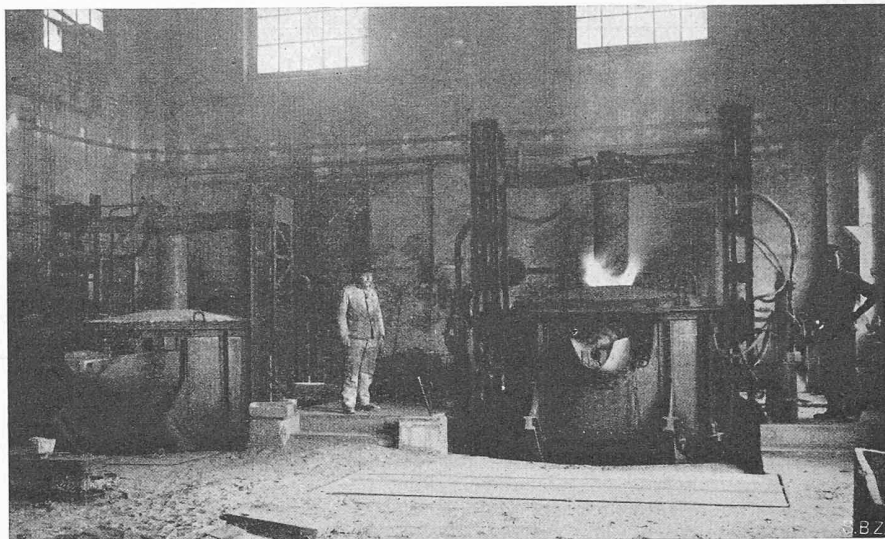


Bild 4. Zwei Elektrostahlöfen im Werk der Firma Oehler in Aarau im Jahre 1914

Firma einem Schmelzverfahren zu, das uns nach verhältnismässig kurzer Anlaufzeit, der allgemeinen Entwicklung um zehn Jahre vorausilend, einen vollen Erfolg sicherte.

*

P. Girod hatte den Elektro-Stahlöfen gestützt auf die Erfahrungen mit Ferrolegierungsöfen in seinem Werk in Ugine entwickelt (Bild 2). Diese kleinen Schachtöfen mit einem Anschlusswert von rd. 500 kW, in denen u. a. Ferrosilizium und Ferrochrom hergestellt wurde, waren neben den Generatoren der Kraftzentrale und von diesen nur durch eine Mauer getrennt aufgestellt. Auf jeden Ofen arbeitete eine entsprechende Pelton-Turbine mit direkt gekoppeltem Einphasen-Generator. Die Ofenspannung konnte mit Hilfe der Erregermaschine in den Grenzen von 0 bis 80 V variiert werden. Am Kopfende der Fabrikhalle in Ugine war der Versuchsstahl-Ofen mit einem Fassungsvermögen von 2 bis 3 t aufgestellt. Eine Grube mit Kokillen zum Giessen von Blöcken, ein Vorwärmeofen, sowie ein Lufthammer vervollständigten die Installation dieses kleinen Stahlwerkes, in dem im Jahre 1907 in laufender Fabrikation legierte Dreh- und Bohrstähe hergestellt wurden. Diese Versuchsanlage bildete den Grundstein für die einige Jahre später ins Leben gerufene Grossunternehmung, die «Forges et Aciéries Electriques Paul Girod à Ugine».

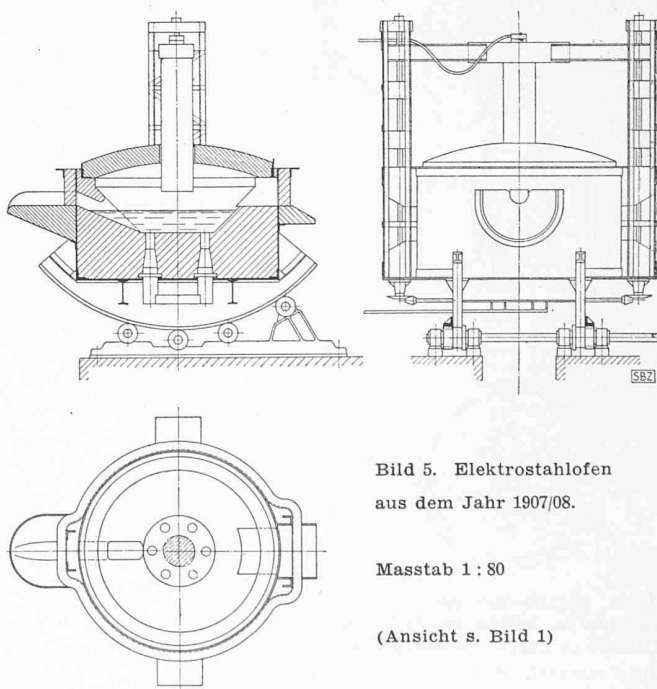


Bild 5. Elektrostahlöfen aus dem Jahr 1907/08.

Masstab 1 : 80

(Ansicht s. Bild 1)

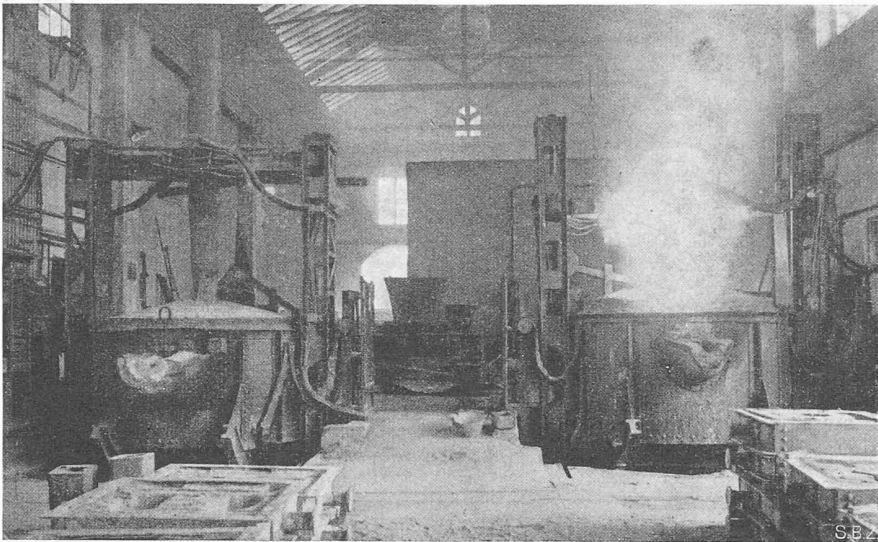


Bild 6. Elektrostahlofen im Werk in Aarau 1916

Der in Ugine entwickelte Stahlschmelzofen war in bezug auf die elektrische Ausrüstung den Legierungsöfen nachgebildet und an eine der vorhandenen Maschinengruppen angeschlossen. Der Ofenkörper, seiner neuen Bestimmung entsprechend als Wannnofen und kippbar ausgebildet, war nach oben durch ein Deckelgewölbe abgeschlossen. Da der Ofenboden aus metallurgischen Gründen nicht wie im Legierungsöfen aus stromleitender Masse (Kohle) hergestellt werden konnte, waren zur Sicherstellung der Stromzufuhr in den Boden wassergekühlte Eisenelektroden eingebaut. Als Stromzuleiter zum Ofeninnern diente eine aus amorpher Kohle hergestellte Elektrode (Bild 3).

Dieser von Girod 1905 bis 1907 entwickelte und von uns 1907 übernommene Stahl-Schmelzofen (Bilder 1 u. 5) darf ohne Zweifel von allen nachfolgenden Erfindungen, was die Einfachheit bezüglich Bedienung und Unterhalt anbelangt, als die zweckmässigste Konstruktion insbesondere für den Kleinofen bezeichnet werden. Dies war für unsere Firma insofern ausschlaggebend, als dieser Ofen sich von Anfang an bewährte und sich volle 18 Jahre ohne Aenderungen prinzipieller Natur technisch und wirtschaftlich halten konnte.

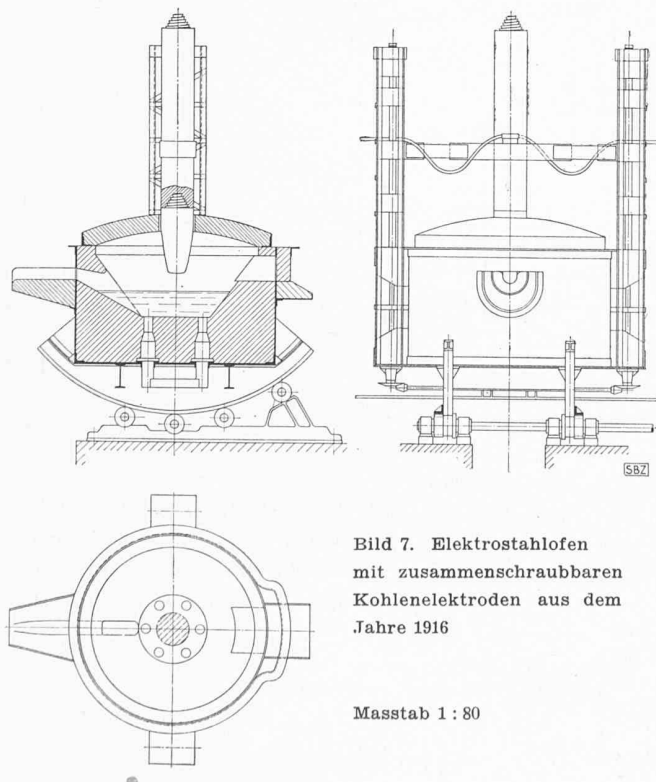


Bild 7. Elektrostahlofen mit zusammenschraubbaren Kohlenelektroden aus dem Jahre 1916

Masstab 1 : 80

Die elektrische Schmelzanlage musste dem stets zunehmenden Bedarf an Stahlgussteilen und den steigenden Anforderungen schrittweise angepasst werden. So wurde der 300 kW-Umformer anfangs 1914 durch einen solchen von 500 kW ersetzt und anschliessend ein zweiter Ofen von grundsätzlich gleicher aber verbesserter Konstruktion aufgestellt (Bild 4). Dadurch konnten die Betriebsunterbrüche infolge der periodisch nötigen Erneuerung des Ofenfutters vermieden werden. Im Jahre 1916 folgte die Aufstellung eines dritten Ofens, sowie von zwei neuen Transformatoren von je 500 kW Leistung. Von da an konnten dauernd zwei Oefen gleichzeitig in Betrieb gehalten werden, womit für längere Zeit allen Anforderungen entsprochen werden konnte.

Das grösste Hemmnis für eine rasche Entwicklung der elektrischen Lichtbogen-Stahlöfen lag bei den Kohlen-Elektroden. In den Legierungsöfen von P. Girod in Ugine, die ohne Deckel arbeiten, war es möglich, die Elektroden auf Stummel von 50 bis 60 cm Länge abbrennen zu lassen. Bei den Stahlöfen blieben aber Reste von 1 m und mehr unausnützlich. Um den Elektrodenverschleiss auf ein Mindestmass zu verringern, war man gezwungen, das Deckelgewölbe möglichst tief in den Ofen hineinzubauen, was andererseits dessen rasches Abschmelzen zur Folge hatte. Das damals vorhandene Elektrodenmaterial, wie es in der elektrochemischen Industrie verwendet wurde, genügte für den Stahlofenbetrieb mit seinen viel grösseren Temperaturschwankungen und Stromstössen nicht. Vielmehr musste die runde Stahlofen-Elektrode schrittweise den gemachten Erfahrungen entsprechend, sowohl was Qualität als auch Formgebung anbelangt, neu geschaffen werden. Vorerst trachtete man darnach, sie in grösserer Länge von 2,0 bis 2,2 m bei einem Durchmesser von 350 mm herzustellen.

Nach jahrelangen Bemühungen gelang das Zusammenschrauben (Bilder 6 u. 7), was als bahnbrechender Fortschritt gebucht werden durfte. Von da an war es möglich, dem Ofengewölbe von der Badoberfläche und dem Lichtbogen die nötige Distanz zukommen zu lassen und damit, allein durch diese Massnahme, die Deckelhaltbarkeit um rd. 40 % zu verbessern. Aber erst mit der Einführung der Graphitelektroden mit ihrem mehrfachen Leistungsvermögen, den wesentlich grösseren mechanischen Festigkeiten und der genauen Masshaltung wurde der Lichtbogenofen zum vollkommenen Schmelzapparat. Jetzt war es möglich, die Luftspalten zwischen Elektroden und Deckel, die wie Kaminzüge wirkten, gasdicht abzuschliessen, was den Elektroden-Abbrand verminderte, vor allem aber ein zuverlässiges metallurgisches Arbeiten in einer neutralen bis leicht reduzierenden Ofenatmosphäre gewährleistete.

Wollte man die Vorteile des Elektro-Schmelzens in bezug auf Verbesserung des Schmelzgutes ausnützen, so war es gegeben, auf basischem Futter mit Kalkschlacke zu arbeiten. Zum Unterschied von Girod und später auch noch von den meisten andern Besitzern elektrischer Stahlschmelz-Oefen, die wie beim Siemens-Martinofen den Ofenboden aus Stampfmasse und die Seitenwände aus Mauerwerk herstellten, verwendeten wir mit gutem Erfolg von Anfang an auch Stampfmasse für die Seitenwände. Gemauert wurden nur die Türpfeiler. Diese Ausführungsart des Ofenfutters wurde denn auch im Laufe der Jahrzehnte immer mehr Allgemeingut. Wenn damit nicht überall volle Erfolge erzielt wurden, dann nur deswegen, weil sich der Ofenkonstrukteur zu sehr an alte Ueberlieferungen früherer Schmelzverfahren hielt und zu geringe Böschungswinkel für die Wandungen vorsah.

Zur Herstellung der Stampfmasse verwendete unsere Firma von jeher sintergebrannten Magnesit mit Teer als Bindemittel. Für Oefen, die auf Höchsttemperaturen zu arbeiten haben und nicht im kontinuierlichen Betrieb stehen, hat sich dieses Material gegenüber dem Dolomit als wesentlich widerstandsfähiger erwiesen. Es gestattet zudem verlustfreie Lagerung auf lange Zeit. Die im Laufe der Zeit erzielte längere Haltbarkeit des Ofenfutters ist nicht auf die Qualitäts-

verbesserung des Magnesits zurückzuführen, sondern auf zweckentsprechendere Aufbereitungsmethoden.

Ganz anders verhält es sich mit den Ofen- gewölben, die wie die Elektroden sehr viel Schwierigkeiten verursachten. Während die Halt- barkeit der Ofenwänden, bezogen auf die Chargenzahl im Zeitraum von 40 Jahren durch Anwendung verbesserter Aufbereitungsmetho- den verdoppelt werden konnte, wurde für die Deckel aus Schamotte- und Silikamaterial rund das fünffache und für Silimanitsteine mehr als das zehnfache an Haltbarkeit erreicht. Die bes- sere Dimensionierung des Ofenraumes, ermög- licht durch die unbegrenzte Länge der zusam- menschraubbaren Elektroden, vor allem aber auch die Steigerung der Qualitäten des Stein- materials, haben zu den grossen Fortschritten beigetragen. Der für den basischen Ofenbetrieb idealste Deckelstein aus Silimanit (Magnesium- silikat) war seit 1940 bis heute infolge der krie- gerischen Ereignisse leider nicht mehr erhältlich.

Unsere Firma besitzt kein eigenes Kraft- werk und wir waren von jeher auf den Bezug von Fremdstrom angewiesen. Der Einphasen- Ofengenerator wurde dementsprechend an Stelle der Turbine durch einen Motor angetrieben, wobei die rd. 25 % betragenden Umformerver- luste in Kauf genommen werden mussten. Da zu jener Zeit über die konstruktiven Bedürfnisse zur Verbesserung des Leistungsfaktors einer Elektro-Stahlhofenanlage noch wenig Erfahrungen vorlagen, wurde der Einphasen-Ofengenerator wie diejenigen der Legierungsöfen in Ugine für 18 Polwechsel gebaut. Diese Ueberlegung war zweifellos für den damaligen Stand der Technik richtig, arbeitete doch unser Ofen von Anfang an mit einem Leistungsfaktor von rd. 0,8.

Wegen der anfänglich noch kleinen Leistung der Kraft- zentrale Aarau von nur rd. 1200 kW verursachten die beim Ofenbetrieb auftretenden Stromstösse mancherlei Unannehm- lichkeiten. Während der rotierende Umformer als Dämpfer wirkte, mussten später, als die ersten Ofen-Transformatoren zur Aufstellung gelangten, Drosselspulen vorgeschaltet wer- den, die den Leitungsfaktor während der Einschmelzperiode, wo am meisten Stromstösse auftraten, auf 0,6 bis 0,7 drosselten und damit im wesent- lichen die Vorteile der ruhenden Transfor- mierung wieder aufhoben. Die anfänglich unüberwindbar scheinenden Schwierig- keiten verschwanden im Laufe der Jahre mit der Vergrösserung der Leistungsfähigkeit der Kraftzentrale und des von ihr beliefer- ten Netzes, sowie mit den gewaltigen Fort- schritten auf dem Gebiete des Apparate- baues. Ganz besonders sind die automa- tischen Regler der Turbinendrehzahl, der Generatorenspannung und der Ofenleistung verbessert worden.

Die von den Legierungsöfen übernom- menen elektromechanischen Leistungsregler wirkten für Stahlöfen viel zu träge. Jahre- lang regulierten wir unsere Oefen meistens von Hand. Erst als in der ersten Hälfte der Zwanzigerjahre die elektrohydraulischen Schnellregler von Brown Boveri & Cie., Baden, auf dem Markt erschienen, liessen sich mit ihnen alle bisherigen Schwierig- keiten beseitigen. Dank der hervorrage- nden Eigenschaften dieser Regler konnte man bei den später erstellten Lichtbogen- öfen alle konstruktiven Möglichkeiten zur Verbesserung des Ofenleistungsfaktors rest- los ausschöpfen. Die von uns beim nor- malen Netzstrom von 50 Polwechseln er- reichten Werte von 0,9 bis 0,95 dürfen als sehr befriedigend bezeichnet werden.

Im Jahre 1926 sind die beiden älteren Girod-Oefen, die während 18 bzw. 12 Jahren im Dienst gestanden hatten, durch einen modernen Drehstrom-Schmelzofen von 5 t

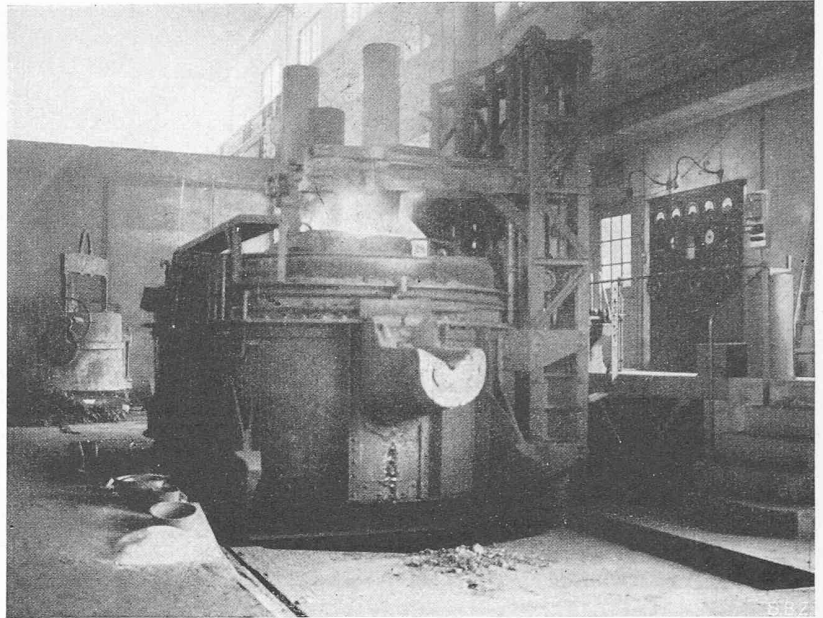


Bild 8. Der Ofen vom Jahre 1926 mit drei Kohlenelektroden

Fassungsvermögen und einer Transformierleistung von 1400 kW ersetzt worden (Bilder 8 und 9). Vier Jahre später hat man im Interesse einer wirtschaftlicheren Herstellung von Klein- guss einen kleinen Drehstrom-Schmelzofen von 1 t Fassungs- vermögen und 400 kW Transformierleistung aufgestellt, der mit einer zweiten Wanne zum raschen Auswechseln bei un- brauchbar gewordenem Futter versehen war. Der dritte Girod- ofen blieb bis zum Jahre 1944 als Notreserve bestehen.

Der 5 t-Ofen erhielt später Graphitelektroden und im Jahre 1942 einen neuen Transformator von 2000 kW, wodurch seine Leistungsfähigkeit pro Charge auf 6 bis 8 t erhöht werden konnte (Bilder 10 und 11).

Seit dem Jahre 1930 sind die Ofentransformatoren schritt- weise mit eingebauten Hochspannungs-Stufenschaltern aus- gerüstet worden. Sie gestatten, die Ofenspannung auch bei

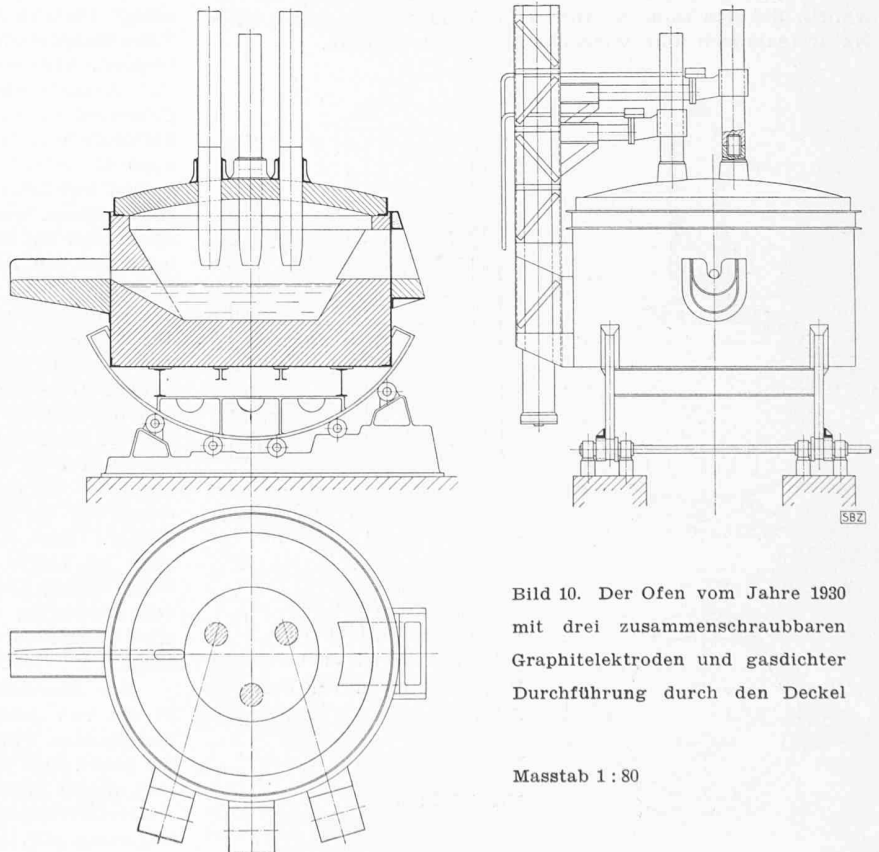


Bild 10. Der Ofen vom Jahre 1930 mit drei zusammenschraubbaren Graphitelektroden und gasdichter Durchführung durch den Deckel

Masstab 1 : 80

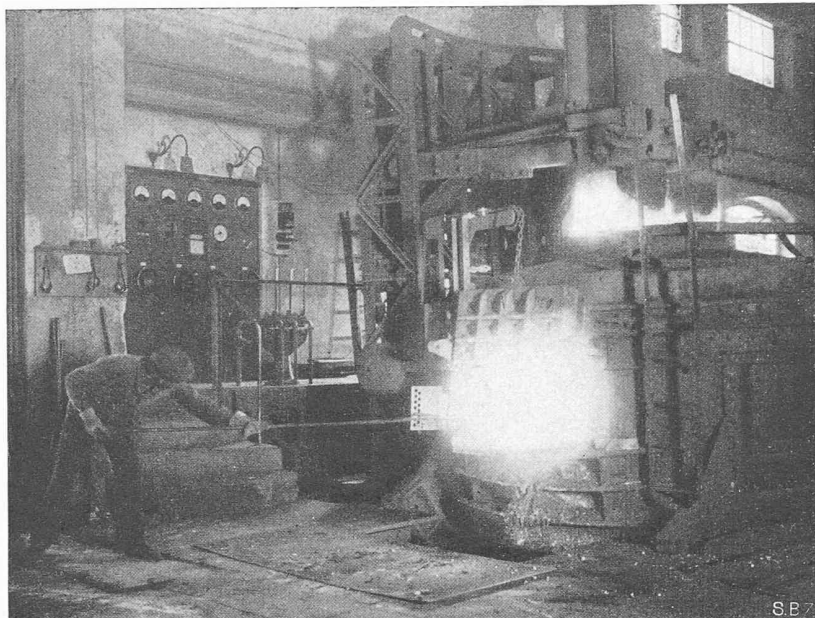


Bild 9. Der Ofen vom Jahre 1926 beim Abschlacken

Vollast den jeweiligen Erfordernissen rasch anzupassen und ermöglichen dadurch einen ruhigen Betrieb.

Die ursprüngliche Ofenkonstruktion aus den Jahren 1907 bis 1908 darf grundsätzlich als zweckmässig bezeichnet werden. Dies gilt namentlich von der Form und den Abmessungen der Ofenwanne, von der Kippvorrichtung, von der Elektroden-Aufhängung am kippbaren Ofenkörper, sowie von den mechanischen Reguliervorrichtungen. Die konstruktive Durchbildung aller dieser Bauelemente wurden von den späteren Konstrukteuren im wesentlichen übernommen. Die Wechselwanne und die Vorrichtung zur mechanischen Beschickung stellen Ergänzungen dar, die am Prinzip selber nichts ändern.

Der Energieverbrauch zum Schmelzen einer Tonne Stahl konnte seit 1908 auf ungefähr die Hälfte abgesenkt werden. Die Mehrverluste gegenüber heute verteilen sich zu ungefähr 20 % auf die Umformung der elektrischen Energie, für die damals noch eine rotierende Gruppe verwendet werden musste; zu 20 % auf den grossen Abbrand der feuerfesten Auskleidungen, den Verlust in den Elektroden infolge ihrer schlechten elektrischen Leitfähigkeit, den Wärmeverlusten durch die Undichtheiten namentlich bei den Elektrodeneinführungen sowie den grossen im Kühlwasser weggeführten Wärmemengen, die sich zum Schutz der Elektroden und der Ofen-

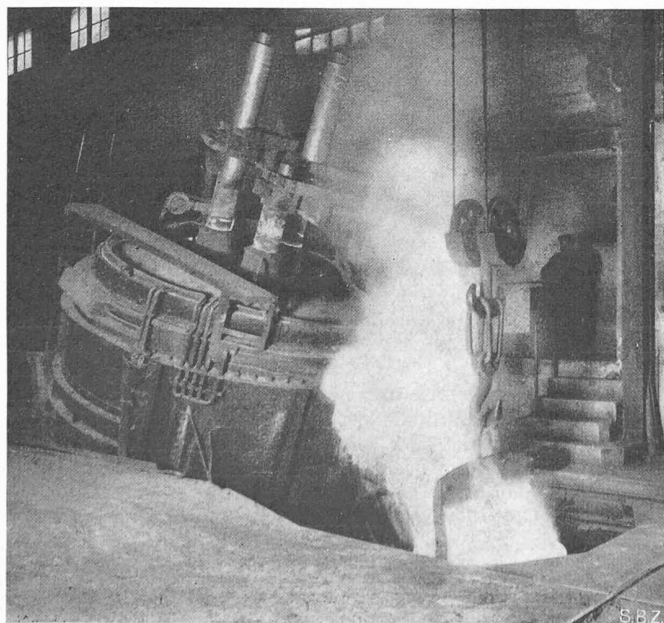


Bild 11. Der selbe Ofen wie Bild 10 beim Giessen

konstruktion als nötig erwiesen. Den grössten Verlust (rd. 50 %) bildete die Wärmeabstrahlung. Bei der nach heutigen Begriffen durchaus ungenügenden Generatorenleistung von nur 300 kW für einen Ofen von 1,5 bis 2 t Fassungsvermögen erforderte das Einschmelzen einer Charge 10 bis 12 Stunden. Mit den heutigen Einrichtungen können in der selben Zeit drei bis vier Chargen eingeschmolzen werden. Im gleichen Verhältnis verringern sich naturgemäss die Abstrahlverluste pro Charge.

Die Entwicklung des Lichtbogenofens dürfte heute als abgeschlossen betrachtet werden. Der wirtschaftlich denkende Ingenieur darf sich jedoch mit dem erreichten Wärme-Nutzeffekt von rd. 50 bis 60 % nicht begnügen. Die Hochfrequenz weist diesbezüglich neue Wege. Sie zu beschreiten und auszubauen ist die Aufgabe für die kommenden Jahre.

Produktivitätsabfall und Arbeiterwechsel

DK 331.126

In der Zeitschrift «Industrielle Organisation», 1948, Nr. 3, vermittelt Dipl.-Ing. T. Traube, Zürich, bemerkenswerte Beobachtungen aus USA und zieht Schlüsse auf unsere Verhältnisse. Dar-

nach hat die individuelle Leistung der Industriearbeiter in den letzten Jahren sehr stark abgenommen; nach einem Beispiel aus der amerikanischen Automobilindustrie erreichte die Abnahme um 34 % (Montage von Kühlern) bis 43 % (Herstellen von Zylindern). Als Gründe für diese Erscheinung werden angeführt das Fehlen des Ansporns durch den Krieg, der hohe Leistungen zur nationalen Pflicht und Notwendigkeit werden liess; die zahlreichen neuen Arbeitskräfte mit nur ungenügender oder einseitiger Fachausbildung; zu wenig erfahrene Kräfte für administrative Arbeiten und für den Werkzeugbau, sowie Störungen im Materialfluss. Amerikanische Industrielle sehen den Hauptgrund des Leistungsrückganges in einem Nachlassen des Berufsstolzes und des Interesses an der Arbeit, hervorgerufen durch die Lohnnivellierungstendenzen, durch die die persönlichen Qualitäten des Arbeitnehmers nicht mehr die gebührende Würdigung erfahren; sowie durch die Befürchtung schärferer Rationalisierungsmassnahmen und eventueller Entlassungen als Folge der Lohnerhöhungen.

Der Arbeiterwechsel in USA war im Krieg sehr gross. Acht Firmen der Flugzeugindustrie stellten 1943 zusammen 150 000 neue Arbeiter und Arbeiterinnen ein. Davon waren ein Jahr später nur noch 20 000 in ihren Stellungen. Von den Ausgetretenen verliessen 42,7 % ihre Stelle aus persönlichen Gründen (Heirat, Rückkehr nach Hause, bessere Stellung), 18,1 % wegen unbefriedigender Arbeitsbedingungen, 17,9 % wegen Rekrutierung, 13,5 % aus Gesundheitsrücksichten, 3,6 % wegen unbefriedigenden Lebensbedingungen am Arbeitsort und 7,1 % infolge Entlassung seitens der Firma (hauptsächlich wegen Zuspätkommens). Dieser grosse Wechsel verursacht der Betriebsleitung grösste Erschwerungen; er wirkt sich u. a. auch in grösserem Materialverschleiss aus.

Es trifft ohne Zweifel zu, dass die innere Einstellung zur Arbeit und zum Betrieb die Produktivität entscheidend beeinflussen. Je höher die Produktivität, also das Verhältnis der Leistungen zu den Aufwendungen — zu denen auch die Löhne gehören — desto höher das zwischen allen Teilen aufzuspalte Ergebnis. Dieses Ergebnis kann nur bei guter Zusammenarbeit befriedigen.

Die hier skizzierten, an sich ohne Zweifel zutreffenden Feststellungen des Autors bedürfen einer Ergänzung: Nicht die Produktivität in oben angeführtem Sinn ist Endzweck eines industriellen Unternehmens, sondern dass es als Glied eines grösseren Wirtschaftsorganismus den Menschen in Wahrheit diene. Dazu gehört nicht nur das wirtschaftliche Lösen technischer Aufgaben, z. B. eine rationelle Güterproduktion, sondern ebenso sehr, dass die dabei beteiligten Menschen aller Stufen eine ihrer Berufung gemässe Tätigkeit entfalten können und für ihren Einsatz die Wertschätzung ihrer Vorgesetzten empfangen. Solange wir nur mit einem Faktor Mensch rechnen, den wir gleichrangig mit andern das Betriebsergebnis beeinflussenden Grössen in die wirtschaftliche